台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 75(2):323–331 (2026)
https://doi.org/10.6156/JTAR.202606_75(2).0011

研究報告

嘉義地區荔枝灌溉排程評估

蔡耀賢 [1]　向為民 [2]　柯昱成 [3]　張哲瑋 [4,*]

摘要

蔡耀賢、向為民、柯昱成、張哲瑋。2026。嘉義地區荔枝灌溉排程評估。台灣農業研究 75(2):323–331。

於嘉義分所荔枝試驗園土壤調查得知荔枝根系可達 120 cm 以上，而主要吸收根集中在 0–60 cm，故本研究以 60 cm 土層為基礎量測土壤基質勢含水量，計算出田間容水量及永久萎凋點分別為 212.26 mm 及 141.52 mm，以田間容水減去永久萎凋點則可得到總有效水分 70.74 mm，在乘上系數 0.6 則可估算出易有效水分 42.44 mm，最後除以灌溉效率 0.85 則可換得單次灌溉需水量為 49.93 mm。將停梢期及花芽分化期 (11 月至隔年 2月) 作物係數 (crop coefficient; Kc) 設定為 0.4、生殖生長期為 (3–6月) 設定為 0.9、營養生長期 (7–10 月) 設定為 0.7，並以嘉義分所農業氣象站之氣象資料估算參考蒸發散量 (reference crop evapotranspiration or reference evapotranspiration; ET_0)，進而估算出每一生長期之需水量，停梢期及花芽分化期在 2023 年與 2024 年分別為 150 mm 與 140 mm、生殖生長期在 2023 年與 2024 年分別為 552 mm 與 567 mm 及營養生長期在 2023 年與 2024 年分別為 421 mm 與 423 mm，得知每次灌溉有效水量及各生育時期之蒸發散量後配合每月累積雨量資料則可進行灌溉排程規劃。

關鍵詞：荔枝、灌溉排程、水分管理。

前言

在全球暖化氣候變遷下極端天氣事件發生越來越頻繁，降雨的分布不均使得果園對於灌溉需求量日益漸增，瞭解果園土壤特性與作物的需水量，對於估算灌溉需求與水資源的分配、規劃及管理至關重要 (Pereira *et al*. 2009; Dono *et al*. 2013; Wada & Bierkens 2014; Schmied *et al*. 2016)。精準灌溉可提高作物的水分利用效率與產量，但實施方面需要增進對於作物蒸散量與水分利用相關知識 (Pereira 2017)，作物於農地蒸發散損失所需的水量可視為作物需水量 (crop water requirement)，可由作物係數與潛勢蒸發量求得，而作物生產所需之灌溉需水量，是指除降雨外為滿足作物蒸散需求且不影響產量下所必須施用的水量，而需水量主要取決於作物的特性、生長階段以及環境條件，在相同的天氣條件下，不同的作物亦有不同的用水需求，不同作物在不同生育階段亦會有特定作物係數，而透過氣象資料計算參考蒸散量值，可進而估算作物在不同生育時期的消耗用水量 (Doorenbos & Pruitt 1977)。

土壤猶如海綿般布滿著孔隙而隨著土壤乾濕變化孔隙中空氣或水的比例亦會隨之改變，當降雨或灌溉後所有孔隙都充滿水時土壤處於『飽和』狀態，大孔隙中的水會透過重力自由排出，此時土壤中剩餘的水量為田間容水量 (field capacity)，剩餘的水分透過水與孔隙之間的毛細作用力或表面張力被保留在孔隙中，只能透過植物吸收或蒸發來去除，這些

投稿日期：2025 年 12 月 1 日；接受日期：2026 年 4 月 8 日。
[*] 通訊作者：jerway@tari.gov.tw
[1] 農業部農業試驗所農業化學組助理研究員。臺灣 臺中市。
[2] 農業部農業試驗所農業化學組前研究員。臺灣 臺中市。
[3] 農業部農業試驗所嘉義農業試驗分所助理研究員。臺灣 嘉義市。
[4] 農業部農業試驗所嘉義農業試驗分所研究員兼代理分所長。臺灣 嘉義市。

水可供植物吸收，而當土壤孔隙之水分降低到植物根系無法從中吸取的最低程度則為永久萎凋點 (permanent wilting poin)，而有效水分 (available water) 則可由田間容水量與永久萎凋點之間的差值所獲，從有效水分可精準估算出每次灌溉所需水量，可減少灌溉頻率與避免過度灌溉 (Veihmeyer & Hendrickson 1931; Cassel & Nielse 1986)，對水資源效率化利用，學者們為更有效節省灌溉水量與提高用水效率，會針對作物特性提出作物灌溉計畫 (Li *et al*. 2005; Wu *et al*. 2022)。

荔枝是一高產值產業，在臺灣種植面積約 1 萬公頃，年產值可達 30–40 億新臺幣，但近年來在氣候災害下導致荔枝年產量波動變大，甚至會減產至預期產量的 30% 以下 (Ghosh 2001; Teng 2005; Chang *et al*. 2025)，過去研究指出氣候變遷下，除了導致氣溫上升還可能影響降雨型態的改變，這都可能直接造成作物產量與品質的降低 (Solomon *et al*. 2009; Kumar 2014; Huang *et al*. 2019; Hwang *et al*. 2024)，為因應氣候變遷下所造成水資源短缺的挑戰，必須從瞭解作物需水特性、創新灌溉設備與技術、調整種植模式、優化灌溉系統等著手來減少灌溉用水量從而提高用水效率 (Si *et al*. 2020; Jabeen *et al*. 2022)。

材料與方法

本試驗地點為農試所嘉義分所荔枝試驗園，先於試驗園內進行土壤剖面挖掘，並依各土層性質分成 0–16、16–30、30–55 及 55–75 cm，以 100 mL 容積不銹鋼管分層採取不經擾動 (undisturbed soil sample) 土壤樣品，同時亦採各層之分散土壤樣品 (disturbed soil sample)，土壤樣品採集後依照 Soilmoisture Equipment Corp. 出版的操作說明書，實施高壓壓力鍋與低壓壓力鍋之保水含水量測定，高壓壓力分別為 80、100、300、500、800、1,000 及 1,500 kPa，取用過 2 mm 篩網的散土壤樣品；低壓壓力分別為 0、10、33 及 50 kPa，取用未受干擾的土壤樣本，將飽和的土壤樣本置於壓力鍋中的陶瓷板上蓋緊壓力鍋的蓋子，逐漸調升壓力至試驗所需，平衡後的土壤樣本以 105℃下乾燥至恆重，計算出水分含量。

至農業氣象觀測網監測系統 (https://agr.cwa.gov.tw/) 選擇農試所嘉義分所氣象站 (G2L020)，下載最低溫、最高溫、濕度、風速、日照時數降雨量等，並估算作物需水量。

作物蒸發散量 (ETcrop)，可以經由 ET_0 得到，其關係式為：

ETcrop = Kc × ET_0

ETcrop：作物蒸發散量或作物需水量；

ET_0：蒸發散量參考值；

Kc：作物係數；

ET_0 以 Penman-Monteith 公式計算。

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\dfrac{900}{T + 273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

其中：

ET_0：參考蒸發散量 (mm day^{-1})；

R_n：全天空日射量 (MJ m^{-2} day^{-1})；

G：地表熱通量 (MJ m^{-2} day^{-1})；

T：日平均氣溫 (℃)；

u_2：離地表 2 m 之風速 (m s^{-1})；

e_s：飽和蒸汽壓 (kPa)；

e_a：實測蒸氣壓 (kPa)；

$e_s - e_a$：和蒸汽壓差 (kPa)；

Δ 水蒸氣飽和曲線對溫度作圖之斜率 (kPa $℃^{-1}$)；

r：乾溼度常數 (kPa $℃^{-1}$)。

田間容水量 (field capacity) 與永久萎凋點估算，以土層深度分別乘以 10 kPa 及 1,500 kPa 之土壤含水量並進行累加，而總有效水分含量則是以田間容水量減去永久萎凋點，容易有效水分含量 (readily available moisture) 是總有效水分含量乘以 P 的乘積，並以此為依據估算灌溉需水量 (Allen *et al*. 1998; Zotarelli *et al*. 2010)。

d (mm) = (Sa × P)；

Sa：總有效水分含量；mm/m；

P：是允許消耗的有效水分；分數；

D：根深 (m)。

結果與討論

作物係數由作物品種與栽培方式決定，亦隨作物的生育階段而變動。荔枝的作物係數，依照南非的量測資料，在 0.4–1.2 之間，並沒有季節性趨勢，參考學者專家所發表 Kc 值，本研究將 Kc 值設定為停梢期與花芽分化期為 0.4 (11 月至隔年 2 月)、生殖生長期為 0.9 (3–6 月)、營養生長期 0.7 (7–10 月) (Carr & Menzel 2014; Pereira *et al*. 2024)，透過設定不同生長期的作物係數 (Kc) 與嘉義農業試驗分所 2023 年與 2024 年所測量的氣象資料可計算出各生育期的作物需水量 (ETcrop) 如表 1，2023 年與 2024 年合計年度作物需水量分別為 1,120 mm 與 1,130 mm，所估算出荔枝年度需水量與 Mostert (2012) 研究指出荔枝年需水量介於 900–1,100 mm 之間，日需水量介於 1–5 mm 之間結果相符，2023 年與 2024 年合計年累積雨量分別為 1,524.5 mm 與 2,256.0 mm，遠高於荔枝年度需水量，11 月至隔年 2 月為停梢期與花芽分化期，在 2023 年與 2024 年作物需水量分別為 149 mm 與 140 mm，而降雨量分別為 26.0 mm 與 120.0 mm；3–6 月為生殖生長期，2023 年與 2024 年作物需水量分別為 552 mm 與 566 mm，而降雨量分別為 408.5 mm 與 189.0 mm；7–10 月為營養生長期，2023 年與 2024 年作物需水量分別 419 mm 與 424 mm，而降雨量分別為 1,090.0 mm 與 1,947.0 mm (表 1)。

雖然臺灣年均降雨量高於荔枝的年度需水量，但降雨的分布存在季節間差異且荔枝各生長階段亦有不同作物需水量，將造成作物缺水必須仰賴適度灌溉，而精準灌溉水量可從土壤有效水分含量進行估算，於嘉義試驗分所荔枝試驗田進行土壤剖面挖掘，土壤剖面質地顯示表土 0–16 cm 質地為壤土，剖面 16 cm 以下之土壤質地均屬粘重的黏土類土壤，總體密度在 1.2–1.5 g/cm^3，土系包括陳厝寮系與盧厝系等土系與 Chen *et al*. (2009) 研究站土壤特性一致。之後根據每一土層性質以 0–16、16–30、30–55 及 55–75 cm 進行分層採樣；而觀察荔枝根系發現在土壤剖面下 120 cm 深處仍可觀察到荔枝根系存在，Menzel *et al*. (1990) 的調查顯示荔枝 80% 的吸收根 (feeder roots) 局限在土表面下 0–20 cm 至 0–60 cm 之間，本次土壤剖面調查亦顯示主要根系集中於 60 cm 以上土層 (圖 1)，因此可將荔枝的有效根深設定為 60 cm。土壤有效含水可用來量化土壤能夠儲存並供給植物根系吸收利用的水分範圍，亦可用來估算每次灌溉水量已達精準灌溉，以壓力鍋之保水含水量測定在壓力平衡下的土壤水分含量，量測結果如表 2 在 10 kPa 下 0–16、16–30、30–55 及 55–75 cm 各層土壤水分含量分別為 34.7%、29.7%、37.7% 及 41.7%，1,500 kPa 下 0–16、16–30、30–55 及 55–75 cm 各層土壤水分含量分別為 11.9%、26.8%、28.5% 及 27.8% (表 2)，田間容水量與永久萎凋點以各土層深度分別乘以 10 kPa 與 1,500 kPa 之土壤含水量並進行累加，計算出田間容水量與永久萎凋點分別為 212.26 mm 與 141.52 mm，總有效水分含量則是以田間容水量減去永久萎凋點為 70.74 mm，而容易有效水分含量或允許消耗的有效水分含量 (permissible deficit or depletion of soil available water) 為易於被植物吸收沒有任何導致產量減損的壓力的部分，一般占總有效水分含量的 20–70%，可以是總有效水分含量乘以 P 的乘積估算，深根大田作物與成熟的果樹為 0.40–0.60，所估算容易有效水分含量 42.44 mm，最後將其水量除以灌溉效率，灌溉效率以滴灌 0.85 進行計算 (Howell 2003)，1 次灌溉需水量約為 49.93 mm，可在不同時期進行灌溉需求評估，當作物蒸發散量達 42.44 mm 時，即可進行單次約為 50 mm 灌溉，相當於 500 Mg ha^{-1}。在無法量測土壤有效含水量或不同田區的狀況下，可依據 Morris (2023) 灌溉指引查表可得知上層 (0–16 cm) 壤土土壤有效水分含量為 2 (in/ft)，底層 (16–75 cm) 坋質黏壤土土壤有效水分含量為 2.4 (in/ft)，土壤有效水量估計值為 114.7 mm，容易有效水分含量為 68.8 mm，一次灌溉需水量約為 81 mm，在無法量測土壤有效含水量可依據灌溉指引估算出灌溉需水量，但有高估之趨勢。

荔枝的灌溉排程可由降雨量、灌溉水量及作物生長階段需水量與生理特性進行評估，在 11 月至隔年 2 月為停梢期與花芽分化期，此

表 1. 荔枝生育期之作物蒸發散量、月累積雨量及建議灌溉量。

Table 1. Crop evapotranspiration, monthly accumulated precipitation, and recommended irrigation during the litchi growth period.

Growth stage	2023		2024		Recommended irrigation (mm)
	Crop evapotranspiration (mm)	Monthly accumulated precipitation (mm)	Crop evapotranspiration (mm)	Monthly accumulated precipitation (mm)	
Terminal bud period and flower bud differentiation period	149	26.0	140	120.0	After flower bud differentiation 50 mm/mo
November	40	0.0	37	63.5	
December	34	15.5	31	21.5	
January	35	10.5	34	2.0	
February	40	0.0	38	33.0	
Reproductive growth period	552	408.5	566	189.0	March to May 50 mm/14 d June 50 mm/10 d
March	122	8.0	121	5.5	
April	129	64.0	144	128.0	
May	150	127.5	144	45.5	
June	151	209.0	157	10.0	
Vegetative growth period	419	1,090.0	424	1,947.0	30 mm/7 d Promoting flush 50 mm/once
July	123	290.5	120	1,282.5	
August	117	193.0	117	256.0	
September	93	562.5	100	331.5	
October	86	44.0	87	77.0	
Total	1,120	1,524.5	1,130	2,256.0	

圖 1. 嘉義分所荔枝試驗園土壤剖面。

Fig. 1. Soil profile of the litchi experimental orchard at the Chiayi Agricultural Experiment Branch.

時期亦為花芽分化的重要階段，對產量影響至關重要，而荔枝開花亦需仰賴充足的低溫，誘導後續一系列開花基因的表現與調控 (Bernier 1988; Shen *et al*. 2016)。Ding *et al*. (2015) 研究指出荔枝成花關鍵基因 *FLOWERING LOCUS T* (*LcFT1*) 受環境低溫調節表現，使得早熟品種「三月紅」 (‘Sanyuehong’) 與晚熟品種「馬貴荔」 (‘Maguili’) 分別在 11 月初與 1 月進入花芽誘導與分化，雖然開花前乾旱逆境有助於荔枝停梢管理與花芽分化，但在嚴重缺水下即使滿足低溫條件亦難以產生花芽 (Carr & Menzel 2014)，因此可待花芽分化穩定後，可間隔約一個月進行一次 50 mm 灌溉， 3–6 月為生殖生長期此時期需水量為最高，這與荔枝在開花結果時對水分的需求增加的生理特性相符，3–5 月為盛花期與果實發育初期每日蒸發散損失約 3 mm，其容易有效水分含量為 42.44 mm，可供作物 14 日的蒸發散需求。如連續 14 日無降雨，則建議行 1 次 50 mm 灌溉。

表 2. 土壤不同基質勢下之體積含水量 (單位：v/v%)。

Table 2. Volumetric water content at different soil matric potentials (unit: v/v%).

Soil layer	Soil matric potential (kPa)										
(cm)	0	10	33	50	80	100	300	500	800	1,000	1,500
0–16	43.6 ± 1.6	34.7 ± 1.8	32.9 ± 1.5	32.4 ± 0.9	17.6 ± 1.1	23.2 ± 1.5	15.9 ± 0.8	9.1 ± 1.0	19.8 ± 0.2	11.3 ± 1.1	11.9 ± 0.6
16–30	35.2 ± 1.2	29.7 ± 1.0	26.0 ± 0.8	24.1 ± 0.9	30.6 ± 2.0	29.3 ± 1.6	24.0 ± 0.3	21.1 ± 0.9	23.9 ± 0.6	22.9 ± 0.5	26.8 ± 0.3
30–55	40.2 ± 1.5	37.7 ± 1.1	36.4 ± 0.7	35.9 ± 1.0	33.1 ± 1.8	30.8 ± 0.8	27.3 ± 0.2	24.7 ± 0.8	26.9 ± 0.5	25.7 ± 0.7	28.5 ± 1.1
55–75	45.5 ± 0.8	41.7 ± 1.6	40.1 ± 0.7	39.7 ± 1.5	32.1 ± 1.5	29.9 ± 0.9	26.8 ± 0.2	23.7 ± 1.0	26.2 ± 1.2	25.3 ± 0.9	27.8 ± 1.4

6 月進入果實成熟採後及修剪期每日蒸發散損失約 4 mm，可供作物 10 日的蒸發散需求，如連續 10 日無降雨則可進行 1 次 50 mm 灌溉，7–9 月為營養生長期，此時期每日蒸發散損失約 3–5 mm，可供作物 8–14 日的蒸發散需求，鑒於本階段處於雨季且果實業已採收完畢，灌溉以補充灌溉的方式施行，可在連續 7 日無降雨時少量灌溉 1 次 30 mm，至晚秋進行催梢時充分灌溉 1 次 50 mm (圖 2–4、表 1)。

臺灣橫跨熱帶與亞熱帶氣候區，得天獨厚的地理位置帶來豐沛年降雨量，極適合荔枝栽培，然降雨分布高度集中於春雨季 (2–4月)、梅雨季 (5–6月) 及颱風季 (7–9月)，且年際間差異極大，常遭遇春雨不至、空梅或無颱風過境等極端氣候挑戰；以 2023 年降雨分布來看，春雨期 2–4 月分別為 0、8 及 64 mm，梅雨期 5–6 月為 127.5 mm 與 209 mm，颱風季 7–9 月

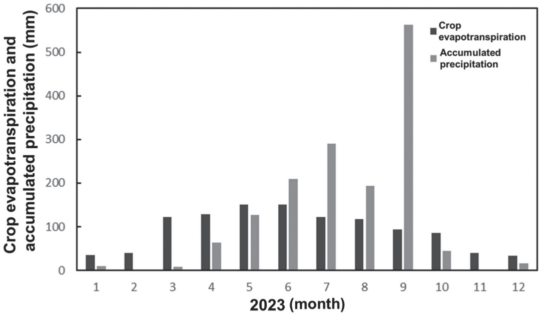

圖 2. 2023 年作物蒸發散量與月累積雨量。

Fig. 2. Crop evapotranspiration and monthly accumulated rainfall for 2023.

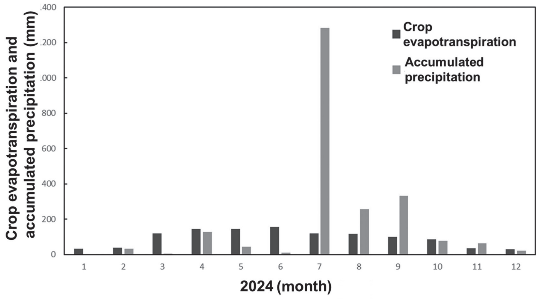

圖 3. 2024 年作物蒸發散量與月累積雨量。

Fig. 3. Crop evapotranspiration and monthly accumulated rainfall for 2024.

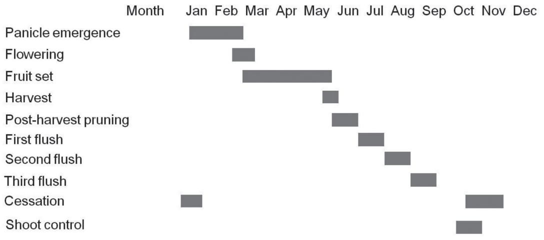

圖 4. 荔枝「黑葉」生產曆與物候期。

Fig. 4. Production calendar and phenological phases of ‘Hei Ye’ litchi.

則為 290.5、117 及 562.5 mm，而 10 月至隔年 1 月分別為 44、0、15.5 及 10.5 mm；對比 2024 年，春雨期 2–4 月為 33、5.5 及 128 mm，梅雨期 5–6 月僅 45.5 mm 與 10 mm，颱風季 7–9 月則高達 1,282.5、256 及 331.5 mm，而 10 月至隔年 1 月分別為 77、63.5、21.5 及 2 mm。基本上，10 月後若無熱帶氣旋活動，氣候將趨於乾旱，但仍可能有秋颱與東北季風交會造成的劇烈降雨，面對此種極端且不穩定的降雨模式，果園應建立完善的因應方案，如建置蓄水設施並搭配滴灌系統等以提高水分利用效率。在停梢期與花芽分化期 (11月至隔年 2月)，2023 年因降雨量嚴重不足，應於花穗分化穩定後進行一次 50 mm 的灌溉，而 2024 年降雨較充足，可依植株狀況減少灌溉量；在生殖生長期 (3–6月)，2023 年除 3 月與 4 月需每 14 日進行一次灌溉外，其餘月分降雨尚屬充足，2024 年則除 4 月雨水較豐沛外，其餘 3、5 及 6 月均需每 14 日灌溉一次，若遇極端乾旱導致儲水不足，則應採取關鍵期灌溉策略，優先供應果實發育所需。至於營養生長期 (7–9月)，2023 年與 2024 年降雨皆極為充沛。由於臺灣降雨分布年度差異顯著，難以將灌溉管理標準化，應透過記錄降雨量、評估作物需水量，並結合蓄水設施與節水方案進行動態決策，方能達成荔枝之精準灌溉與抗旱管理。

結論

本研究針對臺灣荔枝精準灌進行評估，估算 2024 年與 2025 年度總需水量約為 1,122–1,131 mm，荔枝不同生育期之作物需水量隨

生長階段變動，其中以 3–6 月生殖生長期之 Kc 值 0.9 為需水最高峰，11 月至隔年 2 月停梢期 Kc 值 0.4 為最低；經由土壤剖面調查與壓力鍋測定，確認荔枝有效根深為 60 cm，並計算出容易有效水分含量為 42.44 mm，並以此作為起灌點之科學依據，即當累積蒸發散量達此閾值且無降雨時，應單次灌溉約 50 mm 以維持植株生理需求，可應用於臺灣降雨季節分布極端不均且年差異巨大的挑戰，灌溉管理應捨棄固定排程，改採動態決策模式，於花芽分化期適度控水並在穩定後補充灌溉，於生殖生長期嚴密監控降雨缺口以防落果，於營養生長期則善用雨水並在晚秋催梢時充分灌溉，透過整合氣象觀測、土壤物理特性及作物生理特性，建立結合蓄水與節水滴灌之精準模式，方能於極端氣候下有效提升水分利用效率並穩定產量。

引用文獻

Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration- Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrig. Drain. Pap. No. 56. Rome, Italy. 300 pp.

Bernier, G. 1988. The control of floral evocation and morphogenesis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39:175–219. doi:10.1146/annurev.pp.39.060188.001135

Carr, M. K. V. and C. M. Menzel. 2014. The water relations and irrigation requirements of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.): A review. Exp. Agric. 50:481–497. doi:10.1017/S0014479713000653

Cassel, D. K. and D. R. Nielsen. 1986. Field capacity and available water capacity. p.901–926. *in*: Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods. (Klute, A., ed.). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, WI. 1188 pp. doi:10.2136/sssabookser5.1.2ed.c36

Chang, J. Y., L. Tang, C. C. Chen, Y. T. Zhang, and C. L. Chen. 2025. Prediction of inflorescence emergence in “Yu Her Pau” litchi under climate change using an optimised model. Food Energy Secur. 14:e70032. doi:10.1002/fes3.70032

Chen, C. L., B. H. Chen, S. N. Huang, H. B. King, W. C. Sun, H. Y. Guo, ... Z. S. Chen. 2009. Establishment and perspectives of a long term ecological research in agricultural ecosystem in subtropics. Crop Environ. Bioinform. 6:233–246. (in Chinese with English abstract) doi:10.30061/CEB.200912.0004

Ding, F., S. Zhang, H. Chen, Z. Su, R. Zhang, Q. Xiao, and H. Li. 2015. Promoter difference of *LcFT1* is a leading cause of natural variation of flowering timing in different litchi cultivars (*Litchi chinensis* Sonn.). Plant Sci. 241:128–137. doi:10.1016/j.plantsci.2015.10.004

Dono, G., R. Cortignani, L. Doro, L. Giraldo, L. Ledda, M. Pasqui, and P. P. Roggero. 2013. An integrated assessment of the impacts of changing climate variability on agricultural productivity and profitability in an irrigated Mediterranean catchment. Water Resour. Manage. 27:3607–3622. doi:10.1007/s11269-013-0367-3

Doorenbos, J. and W. O. Pruitt. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrig. Drain. Pap. No. 24. Rome, Italy. 154 pp.

Ghosh, S. P. 2001. World trade in Litchi: Past, present and future. Acta Hortic. 588:23–30. doi:10.17660/ActaHortic.2001.558.1

Howell, T. A. 2003. Irrigation efficiency. p.467–472. *in*: Encyclopedia of Water Science. (Stewart, B. A. and T. A. Howell, eds.) Marcel Dekker, New York, NY. 1076 pp.

Huang, F., T. Du, S. Wang, X. Mei, D. Gong, Y. Chen, and S. Kang. 2019. Current situation and future security of agricultural water resources in North China. Strateg. Study CAE 21(5):28–37. (in Chinese with English abstract) doi:10.15302/J-SSCAE-2019.05.024

Hwang, Y. W., Y. H. Hsu, and Y. M. Chen. 2024. Impact of flowering temperature on litchi yield under climate change: A case study in Taiwan. Clim. Serv. 34:100483. doi:10.1016/j.cliser.2024.100483

Jabeen, M., S. R. Ahmed, and M. Ahmed. 2022. Enhancing water use efficiency and grain yield of wheat by optimizing irrigation supply in arid and semi-arid regions of Pakistan. Saudi J. Biol. Sci. 29:878–885. doi:10.1016/j.sjbs.2021.10.018

Kumar, R. 2014. Effect of climate change and climate variable conditions on Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) productivity and quality. Acta Hortic. 1029:145–154. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1029.16

Li, J., S. Inanaga, Z. Li, and A. E. Eneji. 2005. Optimizing irrigation scheduling for winter wheat in the North China Plain. Agric. Water Manag. 76:8–23. doi:10.1016/j.agwat.2005.01.006

Menzel, C. M., R. L. Aitken, A. W. Dowling, and D. R. Simpson. 1990. Root distribution of lychee trees growing in acid soils of subtropical Queensland. Aust. J. Exp. Agric. 30:699–705.

Morris, M. 2023. The Irrigator's Pocket Guide. National Center for Appropriate Technology. Butte, MT. 21 pp.

Mostert, P. G. 2012. Irrigation of litchis in South Africa- An overview. Acta Hortic. 1029:177–182. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1029.20

Pereira, L. S. 2017. Water, agriculture and food: Challenges and issues. Water Resour. Manag. 31:2985–2999. doi:10.1007/s11269-017-1664-z

Pereira, L. S., I. Cordery, and I. Iacovides. 2009. Coping with Water Scarcity: Addressing the Challenges. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 382 pp. doi:10.1007/978-1-4020-9579-5

Pereira, L. S., P. Paredes, C. M. Oliveira, F. Montoya, R. López-Urrea, and M. Salman. 2024. Single and basal crop coefficients for estimation of water use of tree and vine woody crops with consideration of fraction of ground cover, height, and training system for Mediterranean and warm temperate fruit and leaf crops. Irrig. Sci. 42:1019–1058. doi:10.1007/s00271-023-00901-7

Schmied, H. M., L. Adam, S. Eisner, G. Fink, M. Flörke, H. Kim, ... P. Döll. 2016. Variations of global and continental water balance components as impacted by climate forcing uncertainty and human water use. Hydrol. Earth Syst. Sci. 20:2877–2898. doi:10.5194/hess-20-2877-2016

Shen, J., Q. Xiao, H. Qiu, C. Chen, and H. Chen. 2016. Integrative effect of drought and low temperature on litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) floral initiation revealed by dynamic genome-wide transcriptome analysis. Sci. Rep. 6:32005. doi:10.1038/srep32005

Si. Z., M. Zain, F. Mehmood, G. Wang, Y. Gao, and A. Duan. 2020. Effects of nitrogen application rate and irrigation regime on growth, yield, and water-nitrogen use efficiency of drip-irrigated winter wheat in the North China Plain. Agric. Water Manag. 231:106002. doi:10.1016/j.agwat.2020.106002

Solomon, S., G. K. Plattner, R. Knutti, and P. Friedlingstein. 2009. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 106:1704–1709. doi:10.1073/pnas.0812721106

Teng, Y. S. 2005. Lychee production in Taiwan. Acta Hortic. 665:43–46. doi:10.17660/ActaHortic.2005.665.3

Veihmeyer, F. J. and A. H. Hendrickson. 1931. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. Soil Sci. 32:181–194. doi:10.1097/00010694-193109000-00003

Wada, Y., and M. F. P. Bierkens. 2014. Sustainability of global water use: Past reconstruction and future projections. Environ. Res. Lett. 9:104003. doi:10.1088/1748-9326/9/10/104003

Wu, R. S., H. C. Wu, and Y. F. Ma. 2022. On estimation of irrigation water consumption in Taiwan. J. Taiwan Agric. Eng. 68(4):18–34. (in Chinese with English abstract) doi:10.29974/JTAE.202212_68(4).0001

Zotarelli, L., M. D. Dukes, C. C. Romero, K. W. Migliaccio, and K. T. Morgan. 2010. Step by step calculation of the Penman-Monteith evapotranspiration (FAO-56 method). EDIS 2010:AE459. doi:10.32473/edis-ae459-2010

Litchi Irrigation Scheduling Assessment in Chiayi Area

Yau-Shian Tsai[1], Wei-Min Siang[2], Yu-Cheng Ko[3], and Jer-Way Chang[4,*]

Abstract

Tsai, Y. S., W. M. Siang, Y. C. Ko, and J. W. Chang. 2026. Litchi irrigation scheduling assessment in Chiayi area. J. Taiwan Agric. Res. 75(2):323–331.

Based on a soil survey of the litchi experimental orchard at the Chiayi Agricultural Experiment Branch, it was observed that the root system of lychee trees can reach depths of over 120 cm, while the primary absorbing roots are concentrated in the 0–60 cm soil layer; consequently, this study used the 60 cm soil profile as the basis for measuring soil matric potential and water content, calculating the field capacity and permanent wilting point to be 212.26 mm and 141.52 mm, respectively, which determined the total available water to be 70.74 mm, and by applying a depletion coefficient of 0.6, the readily available water was estimated at 42.44 mm, which, when divided by an irrigation efficiency of 0.85, resulted in a gross irrigation requirement of 49.93 mm per application. Furthermore, the crop coefficients were set at 0.4 for the terminal bud period and flower bud differentiation period (November to February), 0.9 for the reproductive growth period (March to June), and 0.7 for the vegetative growth period (July to October), and by using meteorological data from the Chiayi Agricultural Experiment Branch to estimate the reference evapotranspiration, the water requirements for each growth stage were determined to be 150 mm and 140 mm for the terminal bud period and flower bud differentiation period, 552 mm and 567 mm for the reproductive growth period, and 421 mm and 423 mm for the vegetative growth period in 2023 and 2024 respectively, allowing for the formulation of an irrigation schedule based on the effective irrigation water per application, the evapotranspiration of each growth period, and monthly cumulative rainfall data.

Key words: Litchi, Irrigation schedule, Water management.

Received: December 1, 2025; Accepted: April 8, 2026.

[*] Corresponding author, e-mail: jerway@tari.gov.tw

[1] Assistant Research Fellow, Agricultural Chemistry Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung City, Taiwan, ROC.

[2] Former Research Fellow, Agricultural Chemistry Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung City, Taiwan, ROC.

[3] Assistant Research Fellow, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

[4] Research Fellow and Division Director, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.